Partial English Translation of

LAID OPEN unexamined

JAPANESE PATENT APPLICATION

Publication No. 60-066890

From lines 4 to 6 of the upper left column on page 4

The aforementioned second cladding layer 14 is so formed as to have a large thickness at a central part thereof and a small thickness at a part close to the edge portion thereof with regard to a stripe direction to be described later.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-066890
(43)Date of publication of application : 17.04.1985

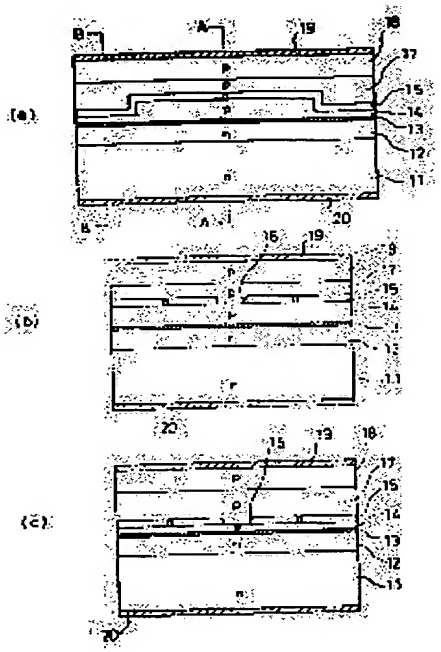
(51)Int.Cl. H01S 3/18

(21)Application number : 58-175368
(22)Date of filing : 22.09.1983

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
(72)Inventor : SHIMADA NAOHIRO
MOGI NAOTO

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)Abstract:
PURPOSE: To contrive to reduce the bad influences of return noises, without losing the characteristic of small astigmatism, by a method wherein the thickness of a clad layer is varied along the direction of a groove stripe.
CONSTITUTION: A clad layer 12 of n-conductivity type and, an active layer 13 and a clad layer 14 of p-conductivity type are successively grown on a semiconductor substrate 11 of n-conductivity type, resulting in the formation of a double hetero junction. Besides, a current block layer 15 of n-conductivity type grown and formed on the clad layer 14 provided with a stripe groove 16 reaching the layer 14, and a coat layer 17 of p-conductivity type grown and formed on the layer 15 by including the groove 16 are furnished. The layer 14 is formed so as to have at least two kinds of thicknesses to the direction of the stripe.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　昭60－66890

⑤1Int.Cl.⁴　識別記号　庁内整理番号　⑬公開　昭和60年(1985)4月17日
H 01 S 3/18　7377－5F

審査請求　有　発明の数 1　（全6頁）

⑤4発明の名称　半導体レーザ装置

⑳特　願　昭58－175368
㉒出　願　昭58(1983)9月22日

⑦2発明者　島田　直弘　川崎市幸区小向東芝町1番地　東京芝浦電気株式会社総合研究所内
⑦2発明者　茂木　直人　川崎市幸区小向東芝町1番地　東京芝浦電気株式会社総合研究所内
⑦1出願人　株式会社東芝　川崎市幸区堀川町72番地
⑦4代理人　弁理士　鈴江　武彦　外2名

明　細　書

1. 発明の名称

半導体レーザ装置

2. 特許請求の範囲

(1) 化合物半導体材料からなり、ダブルヘテロ接合構造を有する半導体レーザ装置において、第1導電型の半導体基板と、この基板上に少なくとも第1導電型の第1クラッド層，活性層及び第2導電型の第2クラッド層を順次成長して形成されたダブルヘテロ接合部と、上記第2クラッド層上に成長形成され、かつ第2クラッド層まで至るストライプ状の溝部が形成された第1導電型の電流阻止層と、上記溝部を含み上記電流阻止層上に成長形成された第2導電型の被覆層とを具備し、前記第2クラッド層は前記ストライプ方向に対し少なくとも2種の厚みを持つよう形成されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

(2) 前記第2クラッド層は、前記ストライプ方向に対し中央部で厚く形成され、かつ少なくとも共振器端部側の一方で薄く形成されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体レーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、利得導波路構造及び屈折率導波路構造の双方の特長を備えた半導体レーザ装置に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

近年、GaAlAs系等のⅢ－Ⅴ族化合物半導体材料を用いた半導体レーザは、DAD（デイジタル・オーデイオ・デイスク）を始めとして光デイスク・ファイル等の情報処理機器への応用が進められている。光デイスク用の半導体レーザにおいては、レーザ光のビームを小さく絞り込む必要があり、光学系を簡単にすると云う点から基本横モード発振で非点収差が小さいことが要求される。また、光デイスクに応用する点から次のような問題点のあることが明らかになっている。すなわち、光デイスク・ファイル等におい

BEST AVAILABLE COPY

ては、ディスクに当てた光の反射光の強度を検出して情報を読み出すと云う機構上、反射光の一部が半導体レーザに戻っていくことは避けられない。このため、上記半導体レーザは該レーザの両端面が作る共振器の他に、レーザ端面とディスク面とで形成される共振器も存在することになり、2重共振器を持つレーザとなる。そして、ディスク面が回転中に振動すると、後者の共振器長が変化することになり、スペクトルや光出力等に変動が生じ、所謂戻り光ノイズが発生する。

ここで、戻り光ノイズを抑制すると云う観点から半導体レーザの導波路構造を見直してみる。半導体レーザの導波路構造は、一般に利得導波路構造と屈折率導波路構造との2つに大別される。これらの構造において、非点収差を小さくすることと戻り光ノイズを少なくすることとはトレード・オフの関係にある。すなわち、屈折率導波路構造においては、非点収差は5〔μm〕以下と小さく横モードが安定しているために縦モードも単一モードで発振するが、スペクトル線幅が狭いために戻り光ノイズによる出力変動量は10〔%〕以上と大きい。一方、利得導波路構造においては、縦モードが多モード化しスペクトル線幅が広いために戻り光ノイズによる出力変動量は1〔%〕以下となるが、非点収差は20〔μm〕以上と大きくなる。したがって、非点収差と戻り光ノイズの特性を同時に満足させるためには、屈折率導波路構造と利得導波路構造との双方の性質を兼ね備えたものでなければならない。

ところで、利得分布に関係する電流狭窄構造と作り付け屈折率導波路構造とが自動的に形成されるような構造のレーザを自己整合型レーザと云うが、特に電流狭窄構造が結晶表面に出ていないものは内部ストライプ自己整合型レーザと云う。この型のレーザは、製造プロセスが容易で高歩留り及び高生産性が期待されると同時に、活性層を結晶内部に持ってくることができるため、電極表面からの欠陥の影響を受けにくいこと、マウントに起因する劣化の影響を少なくできること、全面電極として接触抵抗を減少させることによって亜鉛拡散等のプロセスを省けること、さらに表面を平坦にできるためマウントに有利である等の利点を有する。

従来の内部ストライプ自己整合型レーザとしては、電流阻止層にV溝を設けたVSIS（V-channeled Substrate Inner Stripe.）レーザが知られており、このレーザはモード制御されており戻り光特性も良いことが判っている。しかし、VSISレーザには、LPE法に比して大面積で均一性の良い結晶成長が可能なMO-CVD法では製造できないと云う問題がある。この問題は、光ディスク用レーザとして大量生産時代を迎えた半導体レーザ製造において致命的な欠点となる。

そこで最近、MO-CVD法で製造できる同種の内部ストライプ自己整合型レーザとして、第1図に示す如く活性層上部に内部ストライプ構造を有する半導体レーザが提案された。なお、図中1はN-GaAs基板、2はN-GaAlAsクラッド層、3はGaAlAs活性層、4はP-GaAlAsクラッド層、5はN-GaAs電流阻止層、6はストライプ状の溝部、7はP-GaAlAs被覆層、8はP-GaAsコンタクト層、9，10は金属電極を示している。この構造では、ストライプ状の溝部6が形成された電流阻止層5によって、活性層3への電流注入がストライプ状に限定されると共に、活性層3に導波された光がクラッド層4及び電流阻止層5にまでしみ出し、その結果ストライプ直下部分に導波されたモードが形成されることになる。このため、利得導波路構造及び屈折率導波路構造が同時に実現される。

しかしながらこの種のレーザにあっては次のような問題があった。すなわち、電流阻止層5のストライプ状溝部6の幅で利得分布及び屈折率分布の幅が一義的に決まってしまい、各分布の幅は等しいものとなる。この場合、屈折率差が十分大きくついてしまい、利得導波路の特徴はでてこない。したがって、光ディスク用レーザとしては、モード制御効果は十分であるが、

BEST AVAILABLE COPY

戻り光特性に関しては十分満足できる結果を得ることはできなかった。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、基本横モード発振で非点収差が小さいと云う特長を失うことなく、戻り光ノイズによる悪影響を十分小さくすることができ、光ディスク用光源として極めて有用な半導体レーザ装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明の骨子は、屈折導波路構造と利得導波路構造との双方の特長を兼ね備えた構造を実現することにある。

前記第1図に示す構造のレーザにおいては、電流阻止層5が光を吸収することによって層方向の複屈折率差をつけると云う屈折導波路の効果が生じる。一方、上記レーザにおいて、クラッド層4の厚みを厚くすれば、活性層3から染み出した光が電流阻止層5による複屈折率差を感じないようにすることができる。この場合、上記レーザは利得導波路の効果が優先する。つまり、非点収差は小さいが戻り光ノイズによる出力変動量が大きくなる。

したがって、上記2種のレーザを1本の共振器中に実現できれば、屈折導波路構造及び利得導波路構造の双方の特長を兼ね備えたレーザが得られることになる。この点に着目して本発明者等が鋭意研究を重ねた結果、前記クラッド層4の厚みを溝ストライプ方向に沿って可変すればよいことが判明した。

すなわち本発明は、第1導電型の半導体基板と、この基板上に少なくとも第1導電型の第1クラッド層、活性層及び第2導電型の第2クラッド層を順次成長して形成されたダブルヘテロ接合部と、上記第2クラッド層上に成長形成され、かつ第2クラッド層まで至るストライプ状の溝部が形成された第1導電型の電流阻止層と、上記溝部を含み上記電流阻止層上に成長形成された第2導電型の被覆層とを具備した半導体レーザ装置において、前記第2クラッド層を前記ストライプ方向に対して少なくとも2種の厚みを持つよう形成するようにしたものである。

〔発明の効果〕

本発明によれば、第2クラッド層が厚い部分（一般には中央部）で利得導波路構造を形成でき、第2クラッド層が薄い部分（一般には共振器端部近傍）で屈折導波路構造を形成することができる。そして、屈折導波路部分の実効屈折率差及び利得導波路部分における利得分布等を決定する構造パラメータを全て独立に選ぶことができる。さらに、共振器長の中における屈折導波路部分と利得導波路部分との割合を任意に変えることができる。以上のことから、戻り光ノイズ特性に対する2つの導波路構造の依存性を見ることができた。したがって、2つの導波路部分の割合及び各種の構造パラメータを適当に設定することによって、光ディスク用レーザに好適する特性、すなわち基本横モード発振で非点収差が十分小さく、かつ戻り光ノイズによる出力変動量も十分小さい特性を得ることができる。

本発明者等の実験によれば、GaAlAsを材料とし活性層のAlの割合$x_{Al}=0.15$、第2クラッド層の$x_{Al}=0.45$、電流阻止層をGaAsとし、屈折率ガイド部分の第2クラッド層厚みを1.5〔μm〕、利得ガイド部分の第2クラッド層厚みを0.5〔μm〕、電流ストライプの溝幅を3〔μm〕、さらに共振器長の中の端面側の屈折率ガイド部分の割合を5～45〔%〕としたところ、非点収差は5～10〔μm〕、横モードは5〔mW〕まで多モード、戻り光ノイズによる出力変動量は1〔%〕以下と云う結果が得られた。この特性は光ディスク用レーザとして極めて好適するものである。

〔発明の実施例〕

第2図(a)～(c)はそれぞれ本発明の一実施例に係わる半導体レーザの概略構造を示すもので第2図(a)は共振器方向に沿った断面図、第2図(b)は同図(a)の矢視A－A断面図、第2図(c)は同図(a)の矢視B－B断面図である。図中11はN－GaAs基板で、この基板11上にはN－GaAlAsク

BEST AVAILABLE COPY

ラッド層（第1クラッド層）12、GaAℓAs活性層13及びP-GaAℓAsクラッド層（第2クラッド層）14を順次積層してなるダブルヘテロ接合部が形成されている。ここで、上記第2クラッド層14は後述するストライプ方向に対し中央部が厚く、端部近傍が薄く形成されている。第2クラッド層14上にはN-GaAs電流阻止層15には第2クラッド層14に至る深さのストライプ状の溝部16が形成されている。そして、この上にはP-GaAℓAs被覆層17及びP-GaAsコンタクト層18が形成されている。なお、図中19，20はそれぞれ電極を示している。

次に上記構造レーザの製造工程について第3図(a)～(f)を参照して説明する。まず、第3図(a)に示す如くN-GaAs基板（Siドープ，$n=1\sim2\times10^{18}cm^{-3}$）11上に第1クラッド層12としてN-$Ga_{0.55}Aℓ_{0.45}As$層（$n=1\times10^{17}cm^{-3}$，厚み1.5μm）、活性層13としてアンドープ$Ga_{0.85}Aℓ_{0.15}As$層（厚み0.08μm）、第2クラッド層14としてP-$Ga_{0.55}Aℓ_{0.45}As$層（$n=10^{18}\sim10^{19}cm^{-3}$，厚み1.5μm）を順次成長形成した。この第1回目の結晶成長にはMO-CVD法を用い、成長条件は温度750〔℃〕、V/Ⅲ＝20、キャリアガス（H_2）の流量～10〔ℓ/min〕、原料はトリメチルガリウム（TMG：$(CH)_3Ga$）、トリメチルアルミニウム（TMA：$(CH_3)_3Aℓ$）、アルシン（AsH_3）、pドーパント：ジエチル亜鉛（DEZ：$(C_2H_5)_2Zn$）、nドーパント：セレン化水素（H_2Se）で、成長速度は0.25〔μm/min〕であった。なお、第1回目の結晶成長では必ずしもMO-CVD法を用いる必要はないが、大面積で均一性の良い結晶成長が可能なMO-CVD法を用いることは、量産化を考えた場合LPE法に比べて有利である。

次いで、第2クラッド層14上に（011）方向に200〔μm〕幅で400〔μm〕ピッチのフォトレジスト・マスク（図示せず）を形成し、リン酸系エッチャントを用い第3図(b)に示す如く露出部の第2クラッド層14が厚さ0.5〔μm〕になるまでエッチングした。続いて、上記レジスト・マスクを除去したのち、第2回目の結晶成長をMO-CVD法で行った。すなわち、第3図(c)に示す如く第2クラッド層14上に電流阻止層15としてN-GaAs層（$n=10^{18}\sim10^{19}cm^{-3}$，厚み0.5μm）を成長形成した。その後、電流阻止層15上にフォトレジスト・マスク（図示せず）を塗布し（01$\bar{1}$）方向に幅3.5〔μm〕、ピッチ300〔μm〕の溝を形成し、これをマスクとしてリン酸系エッチャントを用い、第3図(d)に平面図を示す如く電流阻止層15をエッチングした。これにより、電流阻止層15には底部で溝幅3〔μm〕のストライプ状溝部16が形成される。

次いで、上記レジスト・マスクを除去し、第3回目の結晶成長をMO-CVD法で行い、第3図(e)に示す如く被覆層17としてP-$Ga_{0.55}Aℓ_{0.45}As$層（$p=10^{18}cm^{-3}$，厚み1μm）、コンタクト層18としてP-GaAs（$p=10^{19}cm^{-3}$，厚み2μm）を順次成長形成した。ここで、第2回目以降の結晶成長は、空気中に晒された高いAℓ濃度を有する層上への成長のため、従来のLPE法では成長できずMO-CVD法が必要とされる。

次いで、第3図(f)に示す如く上部電極19としてCr/Au、下部電極20としてAuGe/Auを蒸着し、オーミックコンタクトをとった。その後、この試料をへき開によって分割することにより、前記第2図に示す如きレーザが完成することになる。

かくして作成されたレーザにおいて、共振器長に対する屈折率ガイド部の割合を種々変化させてみたところ、屈折率ガイド部（第2クラッド層14の厚みが薄い部分）が45〔%〕以上の場合非点収差3〔μm〕以下、縦単一モード、戻り光による出力変動量10〔%〕以上で屈折率ガイドレーザの性質を示した。屈折率ガイド部が5～45〔%〕の場合、非点収差5～10〔μm〕、縦多モード、戻り光による出力変動量1〔%〕以下と屈折率・利得両ガイド型の性質を示した。また、屈折率ガイド部が5〔%〕以下の場合、非点収差20〔μm〕以上、縦多モード、戻り光に

BEST AVAILABLE COPY

よる出力変動量1〔%〕以下と利得ガイド型の性質を示した。したがって、例えば共振器長260〔μm〕、両端の屈折率ガイド部をそれぞれ30〔μm〕ずつとすれば、屈折率ガイド部の割合が23〔%〕となり、非点収差の点でも戻り光による出力変動の点でも光ディスク用半導体レーザとして好適する特性が得られることになる。

このように本実施例によれば、非点収差が小さいと云う特長を失うことなく、戻り光ノイズによる悪影響を十分小さくすることができ、光ディスク用光源として極めて有用である。また、MO-CVD法で形成できるので、大量生産にも極めて有効である。

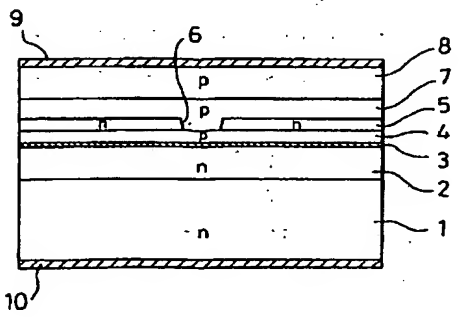
なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。例えば、前記各層の成長方法はMO-CVD法に限らずMBE法であってもよい。また、各層の組成比は何ら実施例に限定されるものではなく、仕様に応じて適宜変更可能である。例えば、前記第2クラッド層のAℓ組成を$x_{Aℓ}$=0.35とし、光ガイド層として機能させることもできる。この場合、光の滲み出しが大きくなるため、利得ガイド部で光が屈折率差を感じないように利得ガイド部での第2クラッド層を2〔μm〕以上と厚くする必要がある。このようにして、ビームの広がり角やアスペクト比を改善したり、高出力化をはかることも可能である。また、半導体材料としては、GaAℓAsの他にGaInAsPやGaAℓAsSb等の化合物半導体材料を用いることができる。さらに、基板としてN型の代りにP型基板を用い、各層の導電型を逆にすることも可能である。また、活性層を含むダブルヘテロ接合構造は対称3層構造に限らず、非対称や3層以上の多層構造にしてもよい。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は内部ストライプ自己整合型レーザの概略構造を示す断面図、第2図(a)～(e)はそれぞれ本発明の一実施例に係わる半導体レーザの概略構造を示す断面図、第3図(a)～(f)は上記実施例レーザの製造工程を示す断面図及び平面図である。

11…N-GaAs基板、*12*…N-$Ga_{0.55}Aℓ_{0.45}As$第1クラッド層、*13*…アンドープ$Ga_{0.85}Aℓ_{0.15}As$活性層、*14*…P-$Ga_{0.55}Aℓ_{0.45}As$第2クラッド層、*15*…N-GaAs電流阻止層、*16*…ストライプ状溝部、*17*…P-$Ga_{0.55}Aℓ_{0.45}As$被覆層、*18*…P-GaAsコンタクト層、*19*，*20*…電極。

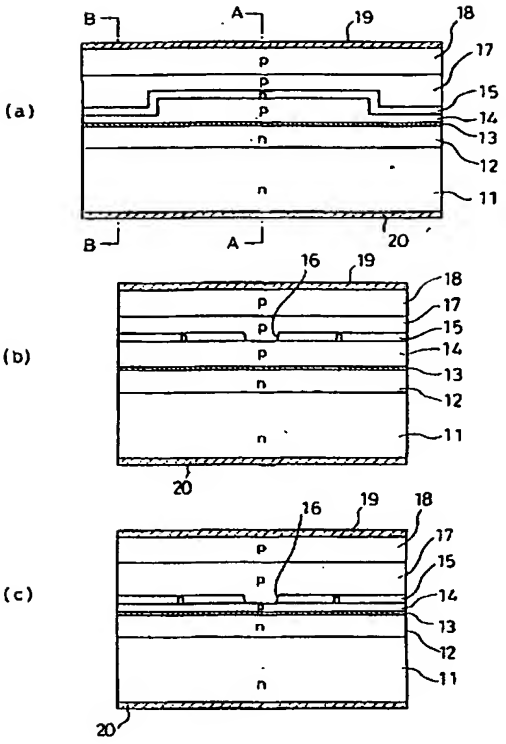
第1図



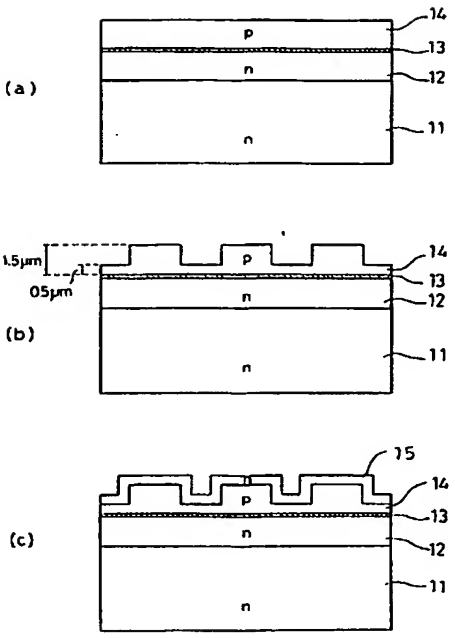
出願人代理人　弁理士　鈴　江　武　彦

BEST AVAILABLE COPY

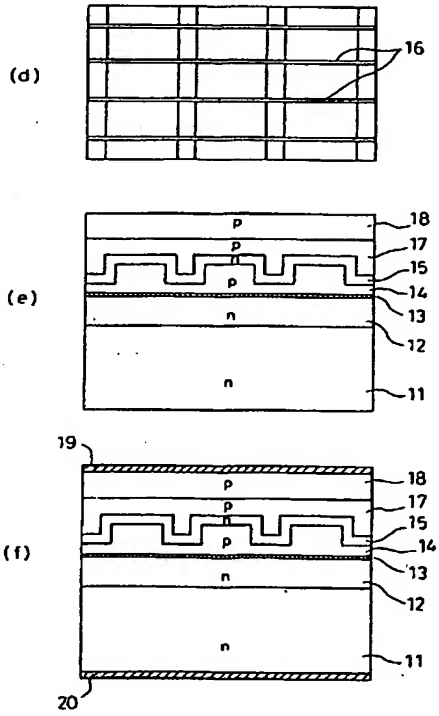
第 2 図



第 3 図



第 3 図



BEST AVAILABLE COPY